

キウイフルーツかいよう病 (Psa3 系統)

愛媛県におけるキウイフルーツかいよう病 (Psa3 系統) の現状と対策

愛媛県農林水産研究所果樹研究センター あおの青野 みつお光男・みやた宮田 のぶき信輝
 愛媛県農林水産研究所(病虫害防除所) しの篠 ざき崎 つよし毅

はじめに

愛媛県では、キウイフルーツはみかんや稲作の転換先作物として、昭和 50 年代後半から植栽が進んだ。農林水産省の統計によると平成 29 年の栽培面積は 406 ha、生産量 6,840 t と全国 1 位の生産県となっており、かんきつ類とならんで、愛媛県の重要な果樹品目となっている。栽培品種は緑色系のヘイワードが中心であるが、商品力の高い黄色品種や赤色品種も一部で栽培されている。

キウイフルーツかいよう病菌 (*Pseudomonas syringae* pv.*actinidiae* : Psa) は遺伝子分析により、現在五つの biovar (生理型) に分類されているが(澤田ら, 2014 ; 2016), 愛媛県では biovar1 (Psa1) と biovar3 (Psa3) が確認されている。Psa1 は 2000 年に確認され(三好ら, 2003), 被害は継続していたものの発生地域は県内の中予と南予の一部に限られていた(図-1)。Psa3 は Psa1 がこれまで発生していなかった東予地域において 2014 年に確認された(清水ら, 2015)。これは世界的に被害が問題となっていた病原性の強い Psa3 の日本国内での

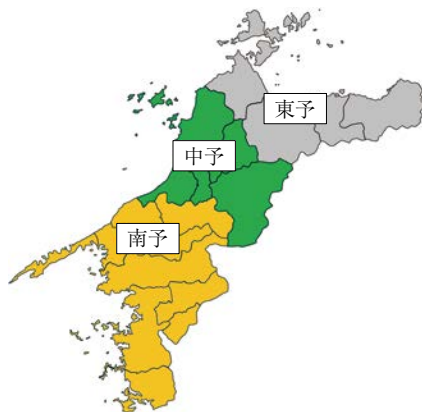


図-1 愛媛県の地域区分

Current Status and Measures for Kiwifruit Canker in Ehime Prefecture. By Mitsuo AONO, Nobuki MIYATA and Tsuyoshi SHINOZAKI
 (キーワード: キウイフルーツかいよう病, Kiwifruit canker, *Pseudomonas syringae* pv.*actinidiae*, Psa3, 防除対策, 愛媛県)

初確認となった。5 月 2 日には病虫害防除所から病虫害発生予察特殊報が発出され、かいよう病の周知と迅速な対応が呼びかけられた。発生当初から発病園の全伐採や周囲への感染防止のため薬剤散布を行う等の防除対策を実施したものの、根絶には至っていない。しかし、2016~18 年の愛媛県のかいよう病の発生面積 (Psa1 と Psa3 の合計) は約 80 ha で推移しており、防除対策の徹底が被害拡大防止に効果を上げている。現在も安心してキウイフルーツ栽培が行えるよう、生産者および関係者が一丸となってかいよう病への対策に取り組んでいる。

I Psa3 による被害

biovar 間の病徴に大きな違いはなく、かいよう病感染樹では、冬期から春期にかけて赤褐色の樹液の流出、枝梢や花蕾の枯死、葉の褐色斑点の症状が見られる。夏期に結果母枝が枯死した場合には、果実の萎凋が見られる。

葉での褐色斑点は、Psa3 ではハローと呼ばれる黄色部が Psa1 と比較して小さい特徴がある(図-2)。しかし、Psa1 に特徴的な毒素であるファゼオロトキシンを産出しない Psa1 系統(三好ら, 2012)では、ハローが小さい傾向にあるため、葉の褐色斑点症状から Psa1 と Psa3 を肉眼で正確に識別することはできない。葉での被害は、展葉から第 10 葉程度までで激しく見られるが、以降の展開葉では被害が軽くなる。春期から夏期になるにつれて、他の糸状菌や細菌等によるかいよう病類似症状が葉で多く見られ始めるため、葉での発病確認は難しくなる。



図-2 葉の褐色斑点症状 (左 Psa3, 右 Psa1)

II 愛媛県の取組

かいよう病の感染防止のための追加防除や防風網の設置は労力のみならず、経済的な負担も大きい。そのため、愛媛県は2014年5月～15年6月までの期間、伐採や防除にかかる経費、感染拡大のための施設整備、改植等の生産に係る補助を県の事業で行った。

2015年7月以降の樹体伐採については国の農業共済（樹体共済）制度で対応している。

2015年には症状に応じた切除などの防除対策や改植時の注意点について県独自のPsa3の防除方針を策定し、適切な防除対応と留意事項を定めている。

Psa3の発生を受けて、各生産地域においては、発生状況の確認と発生時の対応などを協議するため、県市町やJA等が構成メンバーとなった拡散防止対策協議会が設置された。かいよう病の発生が疑われる場合は病害虫防除所が遺伝子診断を実施することとなっているが、その際には同協議会が窓口となっている。

未発生地域での発病であったため、2014～16年にかけて感染ルートの追跡調査が行われた。聞き取りや資材の保菌等について調査を行い、一部では花粉による感染が疑われたものの、感染ルートの特定には至らなかった。

現在も講習会や発生予察情報等での情報提供を行い、かいよう病に対する理解と防除対策の徹底を継続して指導している。

試験研究の面からは、診断技術や防除対策の確立を図るため、2014年には農林水産省農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「キウイフルーツの新系統かいよう病に対応した診断技術、対処方法の開発（課題番号26110）」、2015～17年は農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「27008C かいよう病Psa3に対して、安心してキウイフルーツ生産を可能とする総合対策技術」等に関係機関と連携して取り組んだ。

III 品種抵抗性

かいよう病は、抵抗性に品種間差があり、2倍体の中国系黄色品種や赤色品種（*Actinidia chinensis*）では、6倍体の緑色品種（*A.deliciosa*）よりも被害が大きい傾向にある（三好ら，2014）。2倍体の中国系黄色品種や赤色品種では、枝幹の枯死が多いため生産量が大きく減少する。さらに発病後の時間が経過するほど、被害程度は大きくなるため、栽培が困難となり伐採に至る樹が多い。そのため、商品性の高さから導入が進められていた2倍体の中国系黄色品種や赤色品種の栽培面積は大きく減少している。

かいよう病の感染リスクがある中での栽培を検討するため、2015年にかいよう病（Psa1）発生地域の無病微ヘイワードに国内で栽培可能なキウイフルーツおよび台木系統の13種を高接ぎし、品種抵抗性を調査した（宮田ら，2017）。ニュージーランドで用いられている罹病

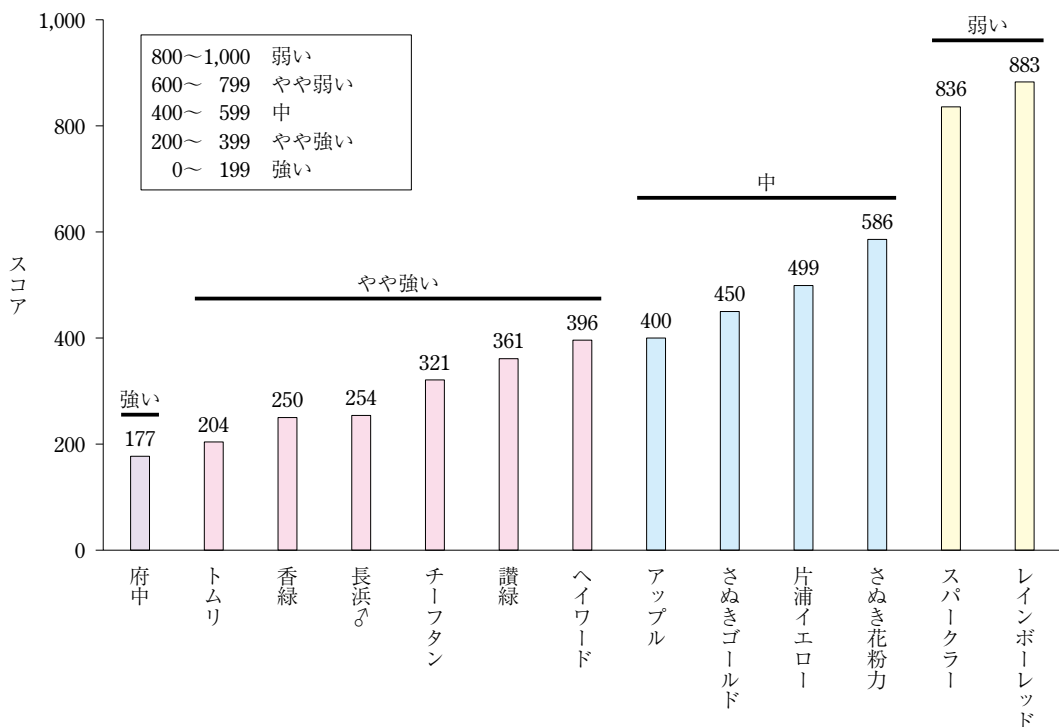


図-3 キウイフルーツかいよう病に対する罹病性スコア

性スコア (経済栽培上影響の大きい項目を高く配点し、スコア値が高いほどかいよう病に弱い) に基づき抵抗性を評価したところ、かいよう病に対する抵抗性はおおむね2倍体<4倍体<6倍体という順であった (図-3)。

新梢の枯死などが著しい罹病性の高いレインボーレッドにおいては Psa 発生地域での経済栽培は困難であるが、4倍体 (*A.chinensis*)、6倍体の品種では感染はするものの、新梢の枯死などの生産に及ぼす影響が少ない品種・系統があることが明らかとなった。そのため、かいよう病発生地域においても適正な品種選択をすることで安定的な栽培は可能であると考えられた。なお、Psa1 と Psa3 において、病原性に違いはあるものの、品種抵抗性の評価には影響しないことを確認している。

全伐採した園地においては、かいよう病の影響を受けない他品目への転換なども検討されたが、キウイフルーツの販売単価が安定していることや棚が整備されていることからキウイフルーツを再植する生産者が多い。周辺にかいよう病発病園がある場合、苗木が再び感染するリスクがあるため、4倍体 (*A.chinensis*)、6倍体の品種が選択されている。

IV 防除対策

1 化学的防除

Psa は、強雨風による傷や剪定跡といった傷口だけではなく、葉の気孔や枝の皮目といった自然開口部からも樹体に侵入する (Gao et al., 2016)。一度樹体内に侵入すると、樹体内に不均一に存在する (Tyson et al., 2014) ことから樹液の流出などの症状が見られないと寄生部位を特定することはできない。そのため、継続的な薬剤散布により樹体を保護し、感染を防止することが重要となる。そこで愛媛県では、①収穫直後から発芽前までの休眠期②発芽後叢生期 (新梢長約 10 cm) まで③開花前④開花後の四つの生育時期別に年間 6 回の基幹防除 (休眠期の防除回数は 3 回) を指導している。春期の葉での感染と異なり、収穫直後から発芽前までの休眠期は感染の有無を確認することが難しいが、Psa の活動が活発な時期にあたるため、重要な防除時期である。

Psa は細菌であるため、効果のある薬剤は銅剤、抗生物質剤、それらの混合剤、または微生物剤に限られる。愛媛県では、残効性の長さや病原菌の抵抗性管理の面から銅剤が防除の主体となっている。収穫後から発芽前は商品名 IC ボルドー 66D、発芽期以降は商品名コサイド 3000 (炭酸カルシウム剤加用) が主に散布されている。現在は散布できる薬剤が限られているため、農薬の登録拡大に向けた試験にも取り組んでいる。

年間を通じた銅剤散布の防除効果は高いが、連続散布により葉では葉脈の褐変症状が見られる。2倍体の中国系黄色品種や赤色品種では落葉や果実の汚れ等の薬害が問題となることがある。また、開花期の前後は銅による薬害が発生しやすいため、銅剤の散布には注意が必要である。

ハイワード (Psa1) の発病園地において、銅剤の定期防除に加え、春期の強風雨後に抗生物質剤 (商品名アグレプト水和剤) を追加散布することで、追加散布を行わなかった区と比較して花蕾での発病を低下させることができた (図-4)。このことから、感染リスクが高い気象条件後に抗生物質剤を応急的に使用することは有効な防除方法であると考えられる。これまでのところ Psa3 では抗生物質剤に対する耐性菌は確認されていないが、同一の薬剤を連続散布せず、ローテーション散布を実施するなど、耐性菌に配慮した使用を心がける必要がある。

Psa の主要感染時期の気温は 10~20℃であり、気温が上昇すると、感染の危険性が低くなることが報告されている (芹澤・市川, 1993)。夏期は高温による銅剤の薬害発生の危険性が高く、暑さが厳しい中での防除は体力的にも厳しい作業となる。夏期防除の必要性を 4~7 月の時期別に銅剤を散布することにより検討した。散布は 4 月から約 1 か月間隔で実施し、最終散布を 5 月、6 月、7 月として、発病程度を比較したところ、春期から梅雨にあたる 6 月までは銅剤散布による防除効果が認められた。しかし、7 月散布区では 6 月散布区と発病度に差が認められなかった (図-5)。発病樹からの雨水への菌の流出についても、夏期は少ないことが確認されている。これらのことから、気温の上がる梅雨明け以降の夏期の薬剤散布は不要であると考えられる。

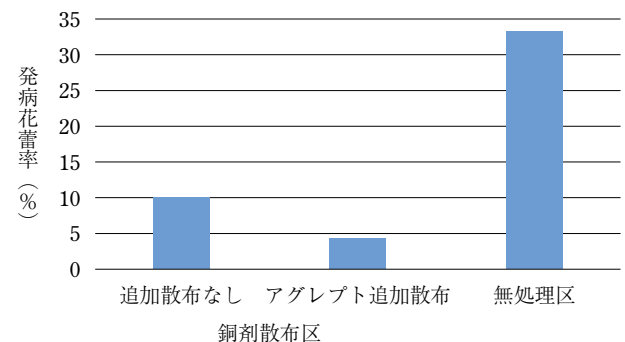


図-4 抗生物質剤の追加散布による防除効果 (Psa1)

供試樹: ハイワード 1区1樹3反復。

発芽期: 4月上旬, 開花期: 5月下旬。

2017年4月17~18日に強風雨。4月19日にアグレプト水和剤1,000倍を追加散布。

5月20日に花蕾の発病を調査。

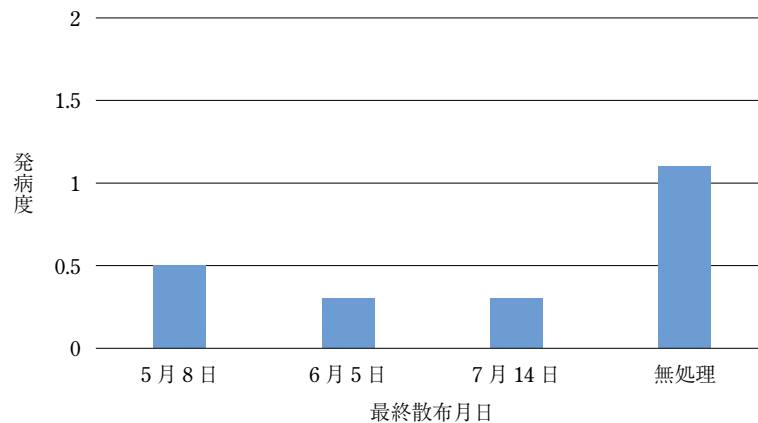


図-5 春期の時期別銅剤散布による防除効果（Psa3）

供試樹：ヘイワード 1区1樹2反復。

2017年4月12日、5月8日に炭酸カルシウム剤加用のコサイド3000（2,000倍）を散布後、6月5日または7月14日まで同剤の追加散布を実施。

8月3日に葉の発病程度を下記のとおり調査。

指数0：発病なし 指数1：1葉当たりの病斑数が1～3個 指数3：1葉当たり4～11個 指数5：1葉当たり11個以上 発病度 = Σ (指数 × 発病程度別葉数) × 100/5 × 調査葉数。

2 耕種的防除

Psaは様々な部位から感染して樹体内に不均一に存在するため、樹液の流出部から一定の長さを樹体から切除すればPsaを樹体から除去できるという基準は設定できていない。ただし、樹液の流出部は菌量が非常に多いことから、周囲への飛散を防ぐために早急な切除が必要である。

ヘイワードでは、発病部位から遺伝子診断（PCR）で検出されない部位まで切り返して、薬剤防除を実施し、その後の発病状況を調査したところ、切除2年後での発病はなく、発病部位の切除による効果が認められた。しかし、2倍体の黄色品種、赤色品種では同様の切除処理を行っても病徴の進展を防止することはできず、最終的には伐採に至った。

このことから、樹液流出部を切除処理して菌量を低下させ、薬剤散布などの防除対策を実施すれば、抵抗性品種のヘイワードなどでは、継続的な栽培が可能であると考えている。切除した傷口には保護とカルス化のため癒合促進剤（商品名トップジンMペースト）を塗布している。

切除した枝幹内には菌が依然として生存しているため、周辺に飛散しないよう園外に持ち出すか、深さ50cm以上へ埋設することが必要となる。しかし、園地の立地条件や労力の面から実施が困難な場合もある。そこで、切除枝の被覆処理を検討した。切除枝を被覆資材で覆って、遺伝子診断（PCR）での検出率で評価したと

ころ、被覆処理により菌の検出数が早期に低下する傾向にあった。被覆資材では、青色ビニールシートよりも透明ビニールのほうがPsaの死滅温度である32℃（牛山、1993）以上の保持時間が優っていた。園内に切除枝を放置する場合、飛散防止と早期の菌量低下のため被覆することが必要であると考えられる。

V 圃場衛生

Psa3の発生以降、器具や人に病原菌が付着して伝染することが周知されたことで、①園地の入口には看板を掲示し、無許可での園地内への立ち入りはしない、②エタノールなどを持ち歩き、靴や手、ハサミ、ノコギリ等の器具の消毒を実施する、③収穫かごやコンテナへ植物残渣を混入させない、④降雨により樹体が濡れているときは管理作業を行わないこと等の対策が徹底されている。

早期の発見が迅速な対応と被害の拡大防止につながることから、葉の斑点症状、枝の枯死、樹液の流出といったかいよう病の症状が見られないか、発生地域のみならず非発生地域においても定期的な園地の巡回を指導している。

VI 健全な資材の確保

Psaは接木で感染することから、保菌している可能性のある樹から穂木を採らないことやPsaを持ち込まないよう健全な苗木の購入を指導している。

かいよう病は花粉を通じて感染することが報告され

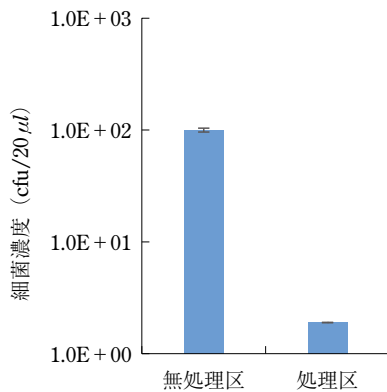


図-6 アグリマイシン-100の除菌効果
図中の縦線は標準誤差 (n = 3).

ている (TONTOU et al., 2014) ため、検疫を受けた安全な輸入花粉を使用することを推奨している。しかし、かいよう病の発生以降は花粉の価格が大きく高騰しており、安定的な供給に不安がある。そこで、花粉の安定確保のため、雄木の植栽を推進しており、自家で花粉を採取している事例もあるが、かいよう病発生地域内の花粉は汚染されている危険性がある。

輸入花粉の不足により感染の危険性のある花粉を使用せざるを得ないケースを想定して抗生物質剤 (商品名アグリマイシン-100) による除菌効果を検討した (戸井ら, 2015)。抗生物質剤は液体受粉の際に液体増量剤で登録濃度 (1,000 倍) に希釈して処理する。抗生物質剤の混用により培養可能細菌数を 1/100 程度まで減少させることができた (図-6)。受粉には 15℃ 以上の気温が必要なため、開花の早い品種では使用することは難しいが、 Hayward では通常の液体受粉と同様の果実肥大結果が得られている。ただし、肥大が劣った事例もあったため今後さらに使用条件についての検討を行う。花粉は資材と

しての取り扱いとなるが、花粉の液体増量剤で希釈して花に散布した場合は、農薬の使用回数としてカウントされるので注意が必要である。

また、花粉の安定供給に向けて、Psa の感染リスクが小さいキウイフルーツ非栽培地域での花粉生産を目的にした園地も計画されている。

おわりに

キウイフルーツは消費量が増加している果物の一つであり、販売単価も安定していることで、生産者の意欲も高い。2014 年の Psa3 の発生により、2 倍体の中国系黄色品種や赤色品種を中心に大きな被害が出ているが、防除対策の徹底により被害の拡大防止に努めている。伐採後に改植して再び収穫が行えるようになった園地もあり、Psa3 の被害から徐々にではあるが回復の兆しも見えてきている。かいよう病は非常に防除の難しい病害であり、産地の維持発展のために生産者や関係機関が連携した継続的な取組が必要である。

引用文献

- 1) Gao, X. et al. (2016): PLoS ONE 11 (3): e0151169.
- 2) 宮田信輝ら (2017): 園学中四要旨 56: 18.
- 3) 三好孝典ら (2003): 愛媛県立果樹試験場報告 16: 47~56.
- 4) ———ら (2012): 日植病報 78(2): 92~103.
- 5) ———ら (2014): 平成 26 年度日本植物病理学会大会講演要旨集: 162.
- 6) 澤田宏之ら (2014): 植物防疫 68: 660~667.
- 7) ———ら (2016): 日植病報 82(2): 101~115.
- 8) 清水伸一ら (2015): 日本植物病理学会植物感染生理談話会論文集 50: 57~62.
- 9) 芹澤拙夫・市川 健 (1993): 日植病報 59(4): 460~468.
- 10) 戸井康太ら (2015): 園学研(別) 2: 375.
- 11) TONTOU, R. et al. (2014): Phytopathologia Mediterranea 53(2): 333~339.
- 12) TYSON, J. L. et al. (2014): New Zealand Plant Protection 67: 41~47.
- 13) 牛山欣司 (1993): 神奈川県園試研報 43: 1~76.

発生予察情報・特殊報 (2018.12.1~12.31)

各都道府県から発表された病害虫発生予察情報のうち、特殊報のみ紹介。発生作物：発生病害虫 (発表都道府県) 発表月日。都道府県名の後の「初」は当該都道府県で初発生の病害虫。

※詳しくは各県病害虫防除所のホームページまたは JPP-NET (<http://web1.jpnn.ne.jp/>) でご確認ください。

- りんご：リンゴツボミタマバエ (長野県：初) 12/5
- かんしょ：サツマイモ基腐病 (仮称)、サツマイモ乾腐病 (鹿児島県) 12/11
- トルコギキョウ：トルコギキョウ斑点病 (栃木県：初) 12/20
- ラナンキュラス：ラナンキュラス葉化病 (宮崎県：初) 12/25
- ポインセチア：モトジロアザミウマ (福島県：初) 12/25
- ぶどう：ブドウリーフロール病 (愛知県：初) 12/27